

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

**TRANSMITTAL
FORM***(to be used for all correspondence after initial filing)*

Total Number of Pages in This Submission	Application Number	10/647,584
	Filing Date	August 25, 2003
	First Named Inventor	Enrique TRIVELLI
	Art Unit	
	Examiner Name	
	Attorney Docket Number	40043.0004

ENCLOSURES (Check all that apply)

<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form	<input type="checkbox"/> Drawing(s)	<input type="checkbox"/> After Allowance communication to Group
<input type="checkbox"/> Fee Attached	<input type="checkbox"/> Licensing-related Papers	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences
<input type="checkbox"/> Amendment/Reply	<input type="checkbox"/> Petition	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Group (Appeal Notice, Brief, Reply Brief)
<input type="checkbox"/> After Final	<input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application	<input type="checkbox"/> Proprietary Information
<input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s)	<input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation	<input type="checkbox"/> Status Letter
<input type="checkbox"/> Extension of Time Request	<input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address	<input checked="" type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):
<input type="checkbox"/> Express Abandonment Request	<input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer	<input type="checkbox"/> 1) Letter (1 page)
<input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement	<input type="checkbox"/> Request for Refund	<input type="checkbox"/> 2) English translation of priority document.
<input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s)	<input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	
<input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application	<input type="checkbox"/> Remarks	
<input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53		

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT

Firm or Individual name	Rachel S. Watt, Patent Agent, Reg. No. 46,186 Hodgson Russ LLP
Signature	
Date	November 26, 2003

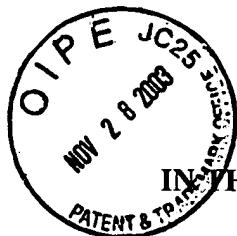
CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING

I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below.

Typed or printed name	Rachel S. Watt		
Signature		Date	November 26, 2003

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



Attorney Docket No.: 40043.0004

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Enrique TRIVELLI
Serial No. : 10/647,584
Filing Date : August 25, 2003
Title : COMPOSITE PIPE FORMED BY A METALLIC PIPE WITH INNER LINING OF PLASTIC MATERIAL RESISTANT TO CORRODING AGENTS, METHOD FOR ITS MANUFACTURE, EXPANDING TOOL TO CARRY OUT THE MANUFACTURING METHOD, AND USE OF SAID PIPE TO CONVEY CORRODING FLUIDS

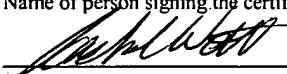
LETTER

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

I hereby certify that this paper is being deposited this date with the U.S. Postal Service as first class mail addressed to Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, V.A. 22313-1450.

Rachel Watt

Name of person signing the certification



November 26, 2003

Date

Sir:

Applicant respectfully submits herewith a certified copy of Argentine patent application no. P 02 01 03203, which was filed in Argentina on August 26, 2002, and to which the above-identified U.S. patent application claims priority. Applicant also submits herewith an English translation of the priority document.

Respectfully submitted,
HODGSON RUSS LLP
Attorneys for Applicant(s)

By

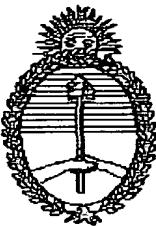


Rachel S. Watt
Patent Agent
Reg. No. 46,186

Date: November 26, 2003

HODGSON RUSS LLP
One M&T Plaza
Suite 2000
Buffalo, NY 14203-2391
Tel: (716) 856.4000

Enclosures: Certified Copy of Priority Document
English Translation of Priority Document



*Ministerio de Economía
y Obras y Servicios Públicos
Instituto Nacional de la Propiedad Industrial*

CERTIFICADO DE DEPOSITO

ACTA N° P 02 01 03203

El Comisario de la Administración Nacional de Patentes, certifica que con fecha 26 de AGOSTO de 2002 se presentó a nombre de FORMAR S.A., con domicilio en BUENOS AIRES, REPUBLICA ARGENTINA (AR).

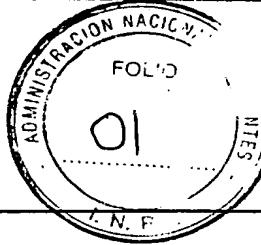
una solicitud de Patente de Invención relativa a: "TUBO COMPUESTO FORMADO POR UN TUBO METALICO EN CUYO INTERIOR SE ENCUENTRA UN REVESTIMIENTO DE MATERIAL PLASTICO RESISTENTE A AGENTES AGRESIVOS, PROCEDIMIENTO PARA SU FABRICACION, HERRAMIENTA EXPANSORA PARA LLEVAR A CABO EL PROCEDIMIENTO Y USO DEL TUBO COMPUESTO PARA LA CONDUCCION DE FLUIDOS AGRESIVOS."

cuya descripción y dibujos adjuntos son copia fiel de la documentación depositada en el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial.

Se certifica que lo anexado a continuación en fojas VEINTINUEVE es copia fiel de los registros de la Administración Nacional de Patentes de la República Argentina de los documentos de la solicitud de Patentes de Invención precedentemente identificada.

A PEDIDO DEL SOLICITANTE Y DE CONFORMIDAD CON LO ESTABLECIDO EN LA CONVENCION DE PARIS (LISBOA 1958), APROBADO POR LEY 17.011, EXPIDO LA PRESENTE CONSTANCIA DE DEPOSITO EN BUENOS AIRES, REPUBLICA ARGENTINA, A LOS ONCE DIAS DEL MES DE SEPTIEMBRE DE 2003.

*Dr. EDUARDO R. ARIAS
SUBCOMISARIO
Administración Nacional de Patentes*



Memoria Descriptiva de la Patente de Invención

Sobre:

"TUBO COMPUESTO FORMADO POR UN TUBO METÁLICO EN CUYO INTERIOR SE ENCUENTRA UN REVESTIMIENTO DE MATERIAL PLÁSTICO RESISTENTE A AGENTES AGRESIVOS, PROCEDIMIENTO PARA SU FABRICACIÓN, HERRAMIENTA EXPANSORA PARA LLEVAR A CABO EL PROCEDIMIENTO Y USO DEL TUBO COMPUESTO PARA LA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS AGRESIVOS"

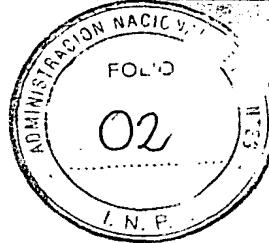
SOLICITADA POR:

FORMAR S.A.

CON DOMICILIO EN:

Av. Vélez Sarsfield N° 602, C1282AFT Buenos Aires - ARGENTINA

POR EL PLAZO DE veint AÑOS



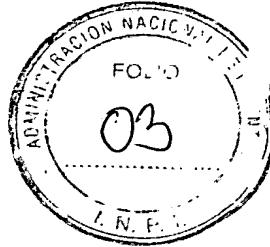
La presente invención se refiere a un tubo compuesto formado por un tubo metálico con revestimiento interior de material plástico, con resistencia al ataque por agentes agresivos dada por las características del material plástico pero con resistencia a la presión interior y exterior definida principalmente por las características del tubo metálico.

La presente invención también se refiere a un procedimiento para producir dicho tubo compuesto.

Actualmente el revestimiento interior de tubos metálicos, por ejemplo de cañerías de acero, es un trabajo muy laborioso y caro, que en general se hace en base a pinturas del tipo nylon o epoxi con curado a baja temperatura, aproximadamente 65°, siendo la resina aplicada en forma pulverulenta con sistemas electroestáticos y de calefacción, llevando al tubo aproximadamente a una temperatura de 200°, o bien epoxis fenólicos que son curados a una temperatura de aproximadamente 220°.

El problema de las pinturas es:

- 1.- Hay que preparar las superficies por arenado o granallado, para obtener una calidad de superficie limpia a grado 2 1/2 de la norma sueca para limpieza del acero. Esto es acero casi blanco y con una rugosidad superficial que favorezca el anclaje de la pintura.
- 2.- La aplicación del revestimiento se realiza en una o más capas según el producto a utilizar, con su correspondiente



curado en cada una de las capas, para lograr un espesor que oscila entre 250 y 350 micrones. Para espesores mayores el revestimiento se vuelve quebradizo y sensible a las deformaciones que el tubo sufre con el manipuleo, mayormente flexión, dado que la longitud de los tubos oscila entre 11 y 13 m.

3.- En general los tubos se almacenan hasta su utilización en estibas. Para cargarlos de las estibas o en el momento de su utilización no siempre se dispone de elementos adecuados para su movimiento y es común que se haga palanca de una punta para levantarlos y pasar una eslinga o para moverlos, con el consecuente deterioro de la película de revestimiento, que dado su espesor ante cualquier esfuerzo deja expuesto al acero o disminuye sensiblemente el espesor de película protectora.

4.- En algunos casos el fluido destinado a circular por el tubo arrastra sólidos en suspensión, que al cabo de un tiempo erosionan a la película de revestimiento y reducen drásticamente la vida útil del revestimiento, dado su bajo espesor.

Todas estas dificultades, fueron haciendo que los usuarios se vuelquen a otro tipo de tubos, que por la resistencia química del producto con que están fabricados son más seguros en sus resultados, por ejemplo, resinas termofraguadas reforzadas con fibra de vidrio.



Estos tipos de tubos permiten su vinculación únicamente por rosca o brida. Como los fluidos se transportan a presión entre 20 y 140 kg/cm², el espesor de pared necesario en estos tipos de materiales hace que su costo sea igual o mayor al del tubo de hierro revestido, con el agravante de que estos materiales no tienen buena resistencia al colapso por presión externa ni a la fatiga por flexión, ya que la resistencia a la presión interna la logran por el enmallado de fibra de vidrio cruzado fijado con la resina.

Otros materiales plásticos resistentes a los ataques agentes agresivos son los polialquilenos, cuyas limitaciones de temperatura serían:

- 1.- Hasta 70 grados de servicio polietileno,
- 2.- Hasta 100 grados de servicio polipropileno,
- 3.- Hasta 140 grados de servicio resinas termofraguadas reforzadas con fibra de vidrio.

Los tubos de estos materiales plásticos adolecen del inconveniente que para los espesores normalizados no tienen suficiente resistencia a la presión interna. En la mayoría de los casos su resistencia a la presión interior no supera 10 kg/cm².

Este problema podría ser resuelto mediante una armadura exterior metálica, pero estos tubos de material plástico con refuerzo exterior metálico, por ejemplo de alambre trenzado o espiralado, no son adecuados para construir cañerías de gran

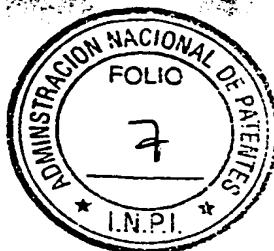


longitud (varios kilómetros) formados por tramos de 11 a 13 m. unidos entre sí, lo cual solamente podía lograrse en forma práctica con tubos metálicos con o sin costura.

En consecuencia surgía el problema de combinar un tubo prefabricado de material plástico de espesor no mayor que el necesario para resistir el ataque por agentes agresivos, con un tubo metálico, para obtener un tubo compuesto con buena resistencia a la corrosión y al ataque por otros agentes agresivos, químicos y/o mecánicos, que pudiera ser cumplida por el material plástico y que además presente una resistencia tanto a la presión interior como al aplastamiento por agentes externos, que pudiera ser cumplida por el tubo metálico.-

A ésto se agregaba el problema del montaje de una cañería a partir de tubos metálicos revestidos interiormente con material plástico, los cuales por medio de manguitos o retenes montados en la zona de unión, presenten una superficie interior totalmente lisa.

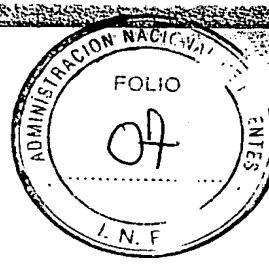
Se ha propuesto ya realizar estos tubos compuestos mediante la introducción de un tubo prefabricado de material plástico dentro de un tubo metálico, con suficiente holgura entre los tubos para permitir esta introducción sin mayor dificultad, rellenando luego dicha holgura con material adecuado. Sin embargo, cuando los tubos metálicos son de gran diámetro frecuentemente es difícil obtener tubos de material plástico de dimensiones suficientemente grandes, o el costo



del herramiental necesario para extruir estos tubos de material plástico de gran diámetro puede ser tan grande que anula las ventajas obtenidas por la técnica anterior.

El problema planteado se resuelve conforme a la presente invención mediante un tubo compuesto formado por un tubo metálico en cuyo interior se encuentra un revestimiento resistente a agentes agresivos, particularmente de material plástico, el cual se caracteriza porque el revestimiento interior está constituido por un elemento laminar prefabricado de material plástico, curvado en forma tubular en adaptación al contorno interior del tubo metálico con sus bordes longitudinales en contacto entre sí o separados por una junta de pequeño ancho, estando dispuesto dicho elemento laminar curvado dentro del tubo metálico en forma adherida a su superficie interior y estando rellenada la junta entre dichos bordes longitudinales por un tapajunta compatible con el material plástico del elemento laminar y el material del tubo metálico, y resistente a fluidos destinados a circular por el tubo compuesto.

Esta técnica ofrece la ventaja que un elemento laminar de material plástico, por ejemplo en estado plano, puede fabricarse por técnicas más económicas que la extrusión de un tubo de gran diámetro, por ejemplo por calandrado, con anchos suficientes para cubrir el perímetro interior de tubos metálicos de gran diámetro, por ejemplo anchos de 1 m o



mayores, y en los espesores que fueren más convenientes. Estos elementos laminares planos pueden curvarse por técnicas convencionales.

Convenientemente, el tapajunta está constituido por una composición de resina sintética curada u por un cordón de soldadura.

La presente invención también se refiere a un procedimiento para producir dicho tubo compuesto con revestimiento interior de material plástico, como también a una herramienta expansora para llevar a cabo el procedimiento inventivo.

En una primera forma de realización, el procedimiento según la invención se caracteriza porque comprende preparar un elemento laminar de material plástico flexible de ancho igual o poco menor que el perímetro interior del tubo metálico, curvar dicho elemento laminar de material plástico en dirección transversal a su ancho con un radio de curvatura menor que el radio de curvatura interior del tubo metálico, haciendo tope con o superponiendo sus bordes longitudinales, introducir el elemento laminar de material plástico curvado dentro del tubo metálico y expandirlo circunferencialmente hasta adherir la superficie exterior del elemento laminar curvado de material plástico a la superficie interior del tubo metálico, y llenar la junta remanente entre los bordes longitudinales del elemento laminar curvado de material



plástico con un tapajunta.

Conforme a otra modalidad de realización del procedimiento de la invención, se forma el tapajunta con una composición de resina sintética en estado fluido, que aplica rellenando dicha junta y que se deja curar para su solidificación.

Conforme a otra modalidad de realización del procedimiento de la invención, se forma el tapajunta con un material plástico fusible o al menos capaz de ser ablandado térmicamente y capaz de soldarse al elemento laminar curvado de material plástico.

Conforme a otra modalidad de realización de la invención, el elemento laminar curvado de material plástico se forma con un tubo de material plástico longitudinalmente hendido. En este caso el tubo de material plástico puede prepararse por extrusión y soplado, método que es más sencillo y económico que la extrusión simple de un tubo de material plástico relativamente rígido.

En el caso de tubos metálicos de diámetro interior suficientemente grande para permitir el paso de una herramienta, lo cual constituye la aplicación más frecuente de la presente invención, aunque sin estar limitada a la misma, se aplica sobre la superficie exterior del elemento laminar curvado de material plástico una capa de adhesivo compatible con los materiales plástico y metálico; se comprime el elemento laminar curvado de material plástico de manera que



hagan tope sus bordes longitudinales o de manera que queden solapados; se introduce el elemento laminar curvado de material plástico así comprimido en el tubo metálico, con sus bordes longitudinales ubicados en la posición más baja de la circunferencia del tubo metálico; se introduce una herramienta expansora en el elemento laminar curvado de material plástico, la cual ejerce presión radial sobre su superficie interior para expandirlo contra la superficie interior del tubo metálico, formando una junta entre los bordes del elemento laminar curvado de material plástico; y se aplica un material tapajunta dentro de dicha junta a medida que se desplaza la herramienta expansora dentro del tubo de plástico.

Si el material tapajunta es una composición en estado fluido viscoso, se lo aplica mediante una herramienta inyectora. Puesto que este tipo de material tapajunta aplicado dentro de la junta del elemento laminar curvado de material plástico forma generalmente un cordón de altura irregular, se ha previsto inventivamente alisar dicho cordón mediante un rodillo alisador constituido de material elastomérico.

En el caso que el material tapajunta es un material plástico fusible o ablandable, se hace avanzar una varilla de dicho material a medida que se desplaza la herramienta expansora, y se la calienta por cualquier medio adecuado mientras se la presiona contra los bordes del elemento laminar curvado de material plástico, ejerciendo también suficiente

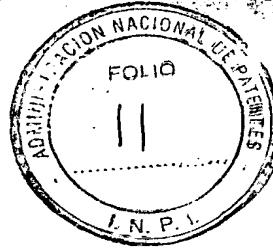


presión para que la altura del cordón de soldadura resultante sea sustancialmente igual al espesor del elemento laminar curvado de material plástico. La varilla de soldadura debe ser de material compatible con el elemento laminar curvado de material plástico. Preferiblemente, es de un material igual al que compone el elemento laminar curvado de material plástico.

La presente invención también se refiere a una herramienta expansora, la cual se caracteriza porque comprende un carro de altura y ancho menor que el diámetro interior del tubo de plástico, provisto con una pluralidad de ruedas de translación que ruedan sobre la porción inferior de la superficie interior del elemento laminar curvado de material plástico, estando el carro unido a un vástago que sobresale por uno de los extremos del tubo metálico y permite la translación del carro; una pluralidad de rodillos de expansión radial distribuidos uniformemente, estando los rodillos montados a través de respectivos soportes desplegables y elementos expansores sobre el carro o sobre el vástago.

Dicha herramienta permite expandir rápidamente al elemento laminar de material plástico mediante los rodillos que se expanden a medida que la herramienta se translada a través del tubo.

Los soportes desplegables de rodillos están constituidos por respectivos brazos que por un extremo llevan un rodillo expansor y por su otro extremo están montados articuladamente



al carro o vástago y por otro lado los elementos expansores pueden estar constituidos inventivamente por un muelle elástico o resorte helicoidal. Dicho elemento expansor también puede estar constituido por un cilindro hidráulico.

La pluralidad de rodillos expansores está constituida preferentemente por dos pares de rodillos, estando cada par dispuesto en forma vertical y horizontal, respectivamente.

Con la finalidad de guiar la herramienta dentro del elemento laminar curvado de material plástico y asegurar que sus bordes longitudinales asienten prietamente contra la superficie interior del tubo metálico, se ha previsto que el rodillo más bajo presente una pestaña periférica central que encastra durante el desplazamiento del carro en la junta entre dichos bordes longitudinales, a manera de guía.

Asimismo, se ha previsto inventivamente que el carro lleve por su parte inferior un inyector de material tapajunta en estado fluido dispuesto en forma alineada con la junta longitudinal del elemento laminar curvado de material plástico. Esto permite asegurar en una misma etapa operativa la expansión del elemento laminar curvado de material plástico y la aplicación del cordón de tapajunta.

Puesto que el cordón de tapajunta puede presentar diferentes alturas debido a la viscosidad de dicho adhesivo, se ha previsto inventivamente que el carro lleve por detrás del inyector de material tapajunta, visto en la dirección de



desplazamiento del carro, un rodillo alisador para el cordón de tapajunta aplicado en la junta del elemento laminar curvado de material plástico.

Conforme a otra modalidad de realización de la invención, cuando el cordón tapajunta se aplica en forma de soldadura realizada con material plástico fusible o ablandable, en lugar del inyector la herramienta lleva un dispositivo de soldadura y de alimentación de varillas de material de soldadura.

El procedimiento inventivo será descrito a continuación en conexión con las modalidades de realización ilustradas en los dibujos adjuntos.

La figura 1 ilustra una sección longitudinal de un tubo metálico con un revestimiento formado por un elemento laminar de material plástico, así como también una herramienta expansora.

La figura 2 ilustra una sección transversal del tubo metálico con el revestimiento de material plástico, inmediatamente después de su introducción en el tubo metálico y en estado aun no expandido.

La figura 3 ilustra en vista lateral una disposición para conformar un elemento laminar plano de material plástico para obtener un elemento laminar curvado y para introducir este último en el tubo metálico.

La figura 4 ilustra en sección transversal al tubo metálico con el revestimiento, después de la etapa de



expansión con la herramienta expansora ilustrada en figura 1.

Como se ilustra en la figura 1, el tubo metálico con revestimiento interior de material plástico 1, resistente al ataque de fluidos, presenta un tubo exterior metálico 2, por ejemplo de acero o bronce, u otro metal, preferentemente de diámetro normalizado, el cual puede presentar a modo de ejemplo longitudes entre 6 y 13 metros. Dentro del tubo metálico 2 está dispuesto un revestimiento 3 de material plástico.

En la figura 3 se ilustra una disposición que permite la fabricación del elemento laminar curvado de material plástico, a partir de un fleje plano de plástico 41, enrollado en una bobina 42.

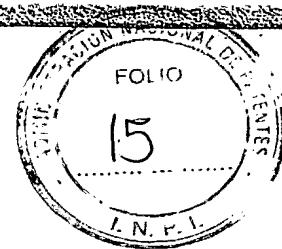
Entre la bobina de fleje de plástico 42 y el extremo vecino del tubo metálico 2, fijado sobre un banco de trabajo no ilustrado, está dispuesto un tren conformador 43 que presenta una pluralidad de pares de rodillos, a saber, un primer par de rodillos de extracción 44, 44' constituido por rodillos cilíndricos próximos a la bobina 42, mutuamente opuestos que oprimen al fleje 41 y lo desenrollan de la bobina 42, y por pares de rodillos conformadores 45, 45'', 45''', cuyos rodillos curvan inicialmente al fleje plástico hasta conferirle finalmente una forma similar a un tubo cilíndrico hendido, el cual es introducido directamente por la impulsión del tren conformador 43 en el tubo metálico 2.



El tren conformador puede presentar además en su última etapa de rodillos, aplicadores de adhesivo y rodillos compresores que comprimen el elemento laminar curvado de material plástico para introducirlo en el tubo metálico.

En otra modalidad de realización y una vez determinado el tubo metálico a revestir, se elige un tubo de material plástico 3 de diámetro exterior similar al diámetro interior del tubo metálico 2. Previo a la introducción del tubo de material plástico 3 en el tubo metálico 2, se corta longitudinalmente el tubo de material plástico en forma coincidente con una generatriz, siendo el ancho de este corte longitudinal de 2 a 5 mm. De esta manera se obtiene un tubo de material plástico hendido longitudinalmente, similar al elemento laminar curvado del ejemplo anterior. A continuación se aplica sobre la superficie exterior del tubo de material plástico hendido una delgada capa de adhesivo, compatible tanto con el material plástico como con el material del tubo metálico. Este adhesivo puede ser convenientemente un adhesivo acrílico.

Con la finalidad de evitar que esta capa de adhesivo aplicada sobre el tubo hendido de material plástico dificulte su introducción en el tubo metálico y se distribuya en forma no uniforme entre el tubo hendido de material plástico y el tubo metálico, se hace uso del recurso de disminuir el diámetro del tubo hendido de material plástico 3 juntando los



bordes longitudinales de la hendidura 6 (figura 3) o solapando estos bordes longitudinales opuestos 7, 8 de la hendidura 6, tal cual se ilustra en la figura 2.

En estado comprimido o solapado por los bordes longitudinales de la hendidura, se introduce al tubo hendido de material plástico 3 en el tubo metálico 2, dejando que el tubo de material plástico se expanda nuevamente en virtud de su memoria elástica y retome su configuración original.

Estando el tubo metálico 2 con el tubo hendido de material plástico 3 introducido en éste, fijado sobre un banco de trabajo (no ilustrado en detalle) se introduce dentro del tubo hendido de material plástico una herramienta expansora 10 que consiste de un carro 11 provisto con una pluralidad de ruedas de translación 12 y un vástago 13 de longitud mayor que la del tubo. El carro 11 puede ser desplazado dentro del tubo hendido de material plástico, apoyando las ruedas 12 sobre la porción inferior del tubo, en particular de ambos lados de la hendidura 6.

El vástago 13 está fijado a dicho carro 11 de manera que queda dispuesto aproximadamente en forma axialmente centrada con el eje axial longitudinal de dicho tubo.

La herramienta expansora 10 comprende además al menos dos pares de rodillos expansores 15, 15'; 16, 16', los cuales están montados giratoriamente sobre los extremos libres de brazos basculantes 17, 17', los cuales por el extremo opuesto



están montados articuladamente sobre el vástago 13, tal cual se ilustra en la figura 1 (o sobre el carro 11 en una forma no ilustrada) a través de respectivas articulaciones 18, 18'.

La longitud de los brazos basculantes 17, 17' es tal que los mismos definen un ángulo agudo con el eje axial del vástago 13, estando los rodillos 15, 15', 16, 16' apoyados contra la superficie interior del tubo hendido de material plástico.

Entre el vástago 13 (o carro 11) y los brazos basculantes 17, 17' se han previsto sendos elementos de expansión 19, 19', materializados por respectivos resortes helicoidales. Dichos elementos de expansión también pueden estar constituidos por cilindros hidráulicos.

Los elementos de expansión 19, 19' expanden en consecuencia los brazos basculantes 17, 17' y sus respectivos rodillos, los cuales expanden a su vez al tubo hendido de material plástico contra la superficie interior del tubo metálico.

Con la finalidad de guiar longitudinalmente a la herramienta expansora 10 dentro del tubo hendido de material plástico y evitar eventualmente que sus respectivos bordes longitudinales de hendidura queden accidentalmente solapados, se ha previsto al rodillo inferior con una pestaña periférica central 20, la cual encastra en la hendidura 6 a manera de guía y presenta aproximadamente el mismo espesor que dicha



hendidura 6.

El carro 11 presenta además por su parte inferior y en forma alineada con la hendidura 6, un inyector de tapajunta selladora 21 el cual está comunicado a través de un tubo con una fuente de material tapajunta en estado fluido viscoso bajo presión (no ilustrado en detalle). Una boquilla 22 del inyector 21 está insertada directamente en la hendidura 6 o bien está guiada en la misma por medio de un patín (no ilustrado), la cual inyecta al material tapajunta en la hendidura 6. En lugar del inyector 21 el carro puede llevar un dispositivo de soldadura con material plástico y el correspondiente alimentador de varillas de material de soldadura.

La herramienta expansora 10 se introduce por un extremo del tubo de manera que el carro 11 quede ubicado en el extremo sobresaliente opuesto del tubo y los rodillos 15, 15', 16, 16' apoyados contra el tubo hendido de material plástico en la zona del extremo correspondiente del tubo metálico. A continuación se hace desplazar al carro por el interior del tubo, ejerciendo los rodillos 15, 15', 16, 16' presión contra la superficie interior del tubo hendido de material plástico, el cual queda adherido a través de la capa de adhesivo sobre la superficie interior del tubo metálico.

En el caso de realizarse la junta con un sellador fluido, el carro 11 comprende además un rodillo alisador 25, dispuesto



por detrás del inyector 21 (visto en la dirección de translación), el cual está constituido de un material elastomérico, por ejemplo de caucho de silicona o teflón, el cual alisa el cordón de material tapajunta inyectado en la hendidura 6 para obtener una curvatura idéntica al resto de la superficie interior del tubo de material plástico.

El curado del material adhesivo aplicado entre el tubo de material plástico y el tubo metálico y del material tapajunta fluido aplicado en la hendidura 6 se lleva a cabo sustancialmente a temperatura ambiente.

En caso que el tiempo de curado sea relativamente prolongado, resulta posible desplazar al carro 11 y los rodillos expansores en forma alternada dentro del tubo de plástico hasta que los adhesivos hayan endurecido.

Finalmente se extrae la herramienta expansora, se secciona los extremos sobresalientes del tubo de plástico y se mecanizan los extremos del tubo metálico con su revestimiento interior de plástico.

Ejemplo de aplicación:

Se construyó una cañería con tubos compuestos según la presente invención, para conducción de petróleo, y se comparó su comportamiento con una cañería de referencia construida por técnicas convencionales.

La cañería de referencia tenía una longitud de 1.800 m y transportaba una mezcla de petróleo y agua de formación sobre



una elevación de aproximadamente 100 metros por encima del nivel de la estación de bombeo.

El caño de acero era de 30 cm de diámetro, 6,35 mm de espesor de pared. Estaba revestido con nylon 11 de un espesor de 250 μm . Previo a la puesta en marcha, el revestimiento fue dañado en un intento de remover de la línea piedras y canto rodado pasando un taco raspatubos.

Después de cuatro meses de servicio aproximadamente, la línea se perforó por corrosión localizada en la cresta de la elevación.

La zona de máxima elevación experimentó severa corrosión en los puntos en que el revestimiento fuera dañado. La corrosión fue menos evidente en otros lugares, menos elevados, que los del sector dañado. La línea transportaba un caudal de 6000 m^3 por día a una presión de trabajo de 30 kg/cm^2 y a 30°C.

EXAMEN PRELIMINAR DE LAS MUESTRAS DE CAÑERÍA:

Se examinaron paneles extraídos de la cañería en cuestión. La evaluación microscópica del revestimiento de nylon 11 en los paneles mostró que hay buena adherencia al substrato metálico. Cuando el revestimiento fue separado del acero, la superficie de acero estaba libre de contaminación o corrosión y poseía un perfil de granallado bien definido. La sección transversal del revestimiento reveló alrededor de un 5% de porosidad en celdas cerradas con poros de hasta 25 μm de diámetro.



El revestimiento ha sufrido daño mecánico que ocasionó rayaduras en el revestimiento que penetraron hasta el metal. Una rayadura en el revestimiento que media 10 mm de largo por 3 mm de ancho fue examinada bajo la lupa estereoscópica. Cuando el revestimiento fue retirado se encontró que debajo del mismo se había formado un hoyo de corrosión circular que media 10 mm en diámetro y 3 mm de profundidad. La base del hoyo era redondeada con paredes "escalonadas".

La muestra de tubo, se cortó por la mitad del hueco corroído y el acero circundante, se montó y pulió de tal manera que el acero pudiera ser examinado en su interfase con el producto de corrosión en el hueco. Se observó que la corrosión progresó en forma de huecos profundos y penetrantes, casi como fisuras, que se fueron separando como agujas de acero en el hoyo de corrosión.

Se sometió la superficie a solución nital (ácido nítrico y alcohol) y examinada bajo un metalógrafo se mostró que el proceso de corrosión destruyó selectivamente la fase de cementita del acero.

El mecanismo de corrosión consistió en un ataque a la partícula de cementita y en la formación de una fractura a través de la ferrita hasta la próxima partícula de cementita. La fase ferrítica, que constituye la mayor parte del acero, ha sido depositada en el hueco de corrosión sin sufrir ataque.

Dado el mecanismo de corrosión, es comprensible la rapidez



de la penetración en la pared del tubo.

ENSAYO COMPARATIVO

En condiciones similares, se usaron tubos compuestos conforme a la presente invención en que el espesor del tubo interior de material plástico era de 5 mm.

Después de 6 meses de servicio similar, no se observó perforación alguna.- Al cortar algunos tubos se observaron rayaduras en el material plástico, probablemente causadas por abrasión por arenas arrastradas por la mezcla de petróleo y agua, pero ninguna de ellas tenía profundidad suficiente para llegar hasta el caño de acero.- Al retirar el material plástico, no se observó ataque alguno al caño de acero.

Descripta que ha sido la naturaleza de la presente invención y la manera de llevarla a la práctica, se declara que lo que se reivindica como de invención y propiedad exclusiva, es: -----



REIVINDICACIONES

1.- Tubo compuesto formado por un tubo metálico en cuyo interior se encuentra un revestimiento de material plástico resistente a agentes agresivos, CARACTERIZADO porque el revestimiento interior está constituido por un elemento laminar prefabricado de material plástico, curvado en forma tubular en adaptación al contorno interior del tubo metálico con sus bordes longitudinales en contacto entre sí o separados por una junta de pequeño ancho, estando dispuesto dicho elemento laminar curvado dentro del tubo metálico en forma adherida a su superficie interior y estando rellenada la junta entre dichos bordes longitudinales por un tapajunta compatible con el material plástico del elemento laminar y el material del tubo metálico, y resistente a fluidos destinados a circular por el tubo compuesto.

2.- Procedimiento para fabricar un tubo compuesto formado por un tubo metálico con revestimiento interior de material plástico según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque comprende preparar un elemento laminar de material plástico flexible de ancho igual o poco menor que el perímetro interior del tubo metálico, curvado en dirección transversal a su ancho con un radio de curvatura menor que el radio de curvatura interior del tubo metálico, haciendo tope entre sus bordes longitudinales o superponiendo los mismos, introducir el elemento laminar de material plástico curvado dentro del tubo



metálico y expandirlo circunferencialmente hasta adherir la superficie exterior del elemento laminar curvado de material plástico a la superficie interior del tubo metálico, y rellenar la junta remanente entre los bordes longitudinales del elemento laminar curvado de material plástico con un tapajunta.

3.- Procedimiento según la reivindicación 2, CARACTERIZADO porque el elemento laminar curvado de material plástico se prepara a partir de una lámina plana de material plástico, enrollándola en forma sustancialmente cilíndrica.

4.- Procedimiento según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque el elemento laminar curvado de material plástico se prepara hendiendo longitudinalmente un tubo de material plástico a lo largo de una de sus generatrices.

5.- Procedimiento según la reivindicación 2, CARACTERIZADO porque el material tapajunta es una composición curable que se aplica en estado fluido y se deja curar después de su aplicación.

6.- Procedimiento según la reivindicación 5, CARACTERIZADO porque el cordón de material tapajunta aplicado en la junta del elemento laminar curvado de material plástico es alisado mediante un rodillo alisador de material elastomérico.

7.- Procedimiento según la reivindicación 2, CARACTERIZADO porque el material tapajunta es de material plástico fusible o ablandable, compatible con el material del elemento laminar



curvado de material plástico, dicho material es fundido hasta fusión o ablandamiento y presionado contra los bordes del elemento laminar de material plástico hasta soldarse con el mismo, y se deja enfriar la soldadura hasta su solidificación.

8.- Procedimiento según la reivindicación 2, CARACTERIZADO porque el elemento laminar curvado de material plástico es conformado a partir de un fleje plano de plástico, el cual es desenrollado de una bobina de fleje de plástico y curvado transversalmente paulatinamente hasta obtener un tubo circular hendido.

9.- Herramienta expansora para llevar a cabo el procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 2 a 8, CARACTERIZADA porque comprende un carro de altura y ancho menor que el diámetro interior del elemento laminar curvado de material plástico, provisto con una pluralidad de ruedas de translación que ruedan sobre la porción inferior de la superficie interior del material plástico, estando el carro unido a un vástago que sobresale por uno de los extremos del tubo y permite la translación del carro; una pluralidad de rodillos de expansión radial distribuidos uniformemente, estando los rodillos montados a través de respectivos soportes desplegables y elementos expansores sobre el carro o sobre el vástago.

10.- Herramienta según reivindicación 9, CARACTERIZADA



porque los soportes desplegables de rodillo están constituidos por respectivos brazos que por un extremo llevan un rodillo expansor y por su otro extremo están montados articuladamente al carro o vástago, y los elementos expansores están constituidos por un muelle elástico o resorte helicoidal.

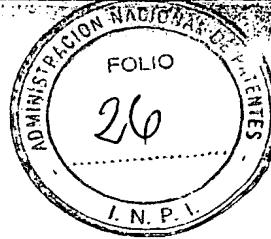
11.- Herramienta según la reivindicación 10, CARACTERIZADA porque el elemento expansor está constituido por un cilindro hidráulico.

12.- Herramienta según al menos una de las reivindicaciones 9 a 11, CARACTERIZADA porque comprende al menos dos pares de rodillos expansores, estando cada par dispuesto en forma vertical y horizontal, respectivamente.

13.- Herramienta según la reivindicación 12, CARACTERIZADA porque el rodillo inferior presenta una pestaña periférica central que encastra durante el desplazamiento del carro en la hendidura del tubo de material plástico hendido, a manera de guía.

14.- Herramienta según al menos una de las reivindicaciones 9 a 13, CARACTERIZADA porque el carro lleva por su parte inferior un inyector de material tapajunta fluido dispuesto en forma alineada con la hendidura longitudinal del tubo hendido de material plástico.

15.- Herramienta según la reivindicación 14, CARACTERIZADA porque el carro lleva por detrás del inyector de material tapajunta, visto en la dirección de desplazamiento del carro,



un rodillo alisador para el cordón de tapajunta resultante.

16.- Herramienta según al menos una de las reivindicaciones 9 a 13, CARATERIZADO porque el carro lleva por su parte inferior una disposición de soldadura con material plástico y de alimentación de varillas de soldar de material plástico.

17.- Uso de un tubo compuesto según la reivindicación 1 y/o fabricado por el procedimiento de las reivindicaciones 2 a 8, CARACTERIZADO porque se realiza para la conducción de fluidos química y/o mecánicamente agresivos.

Buenos Aires,

FIGURA 1

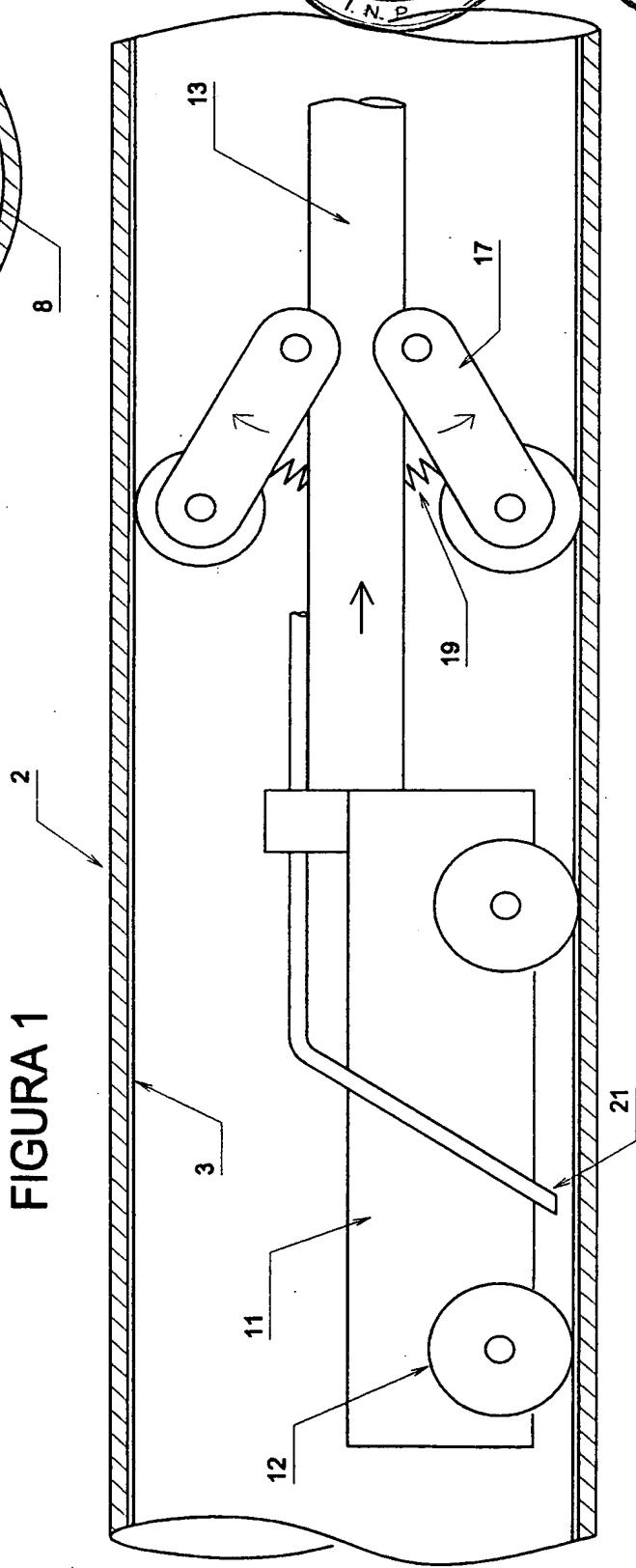


FIGURA 2

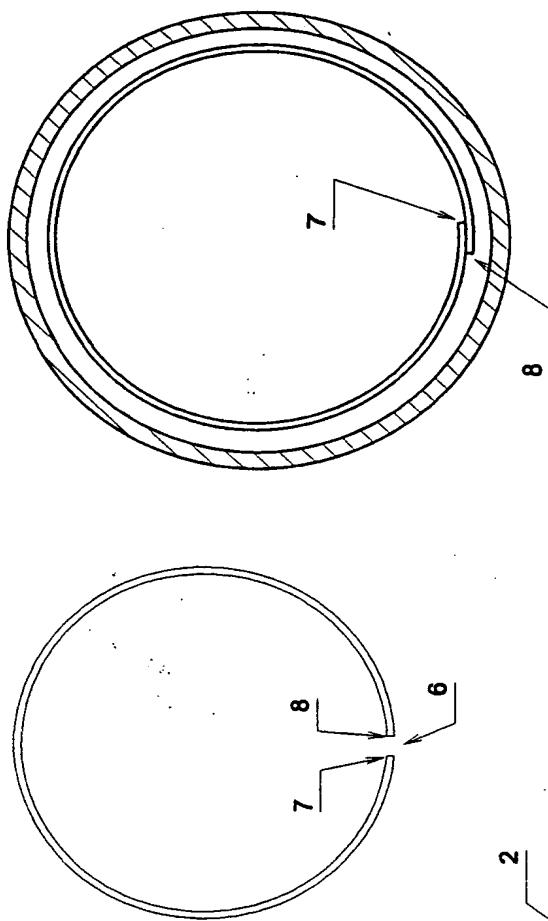


FIGURA 3

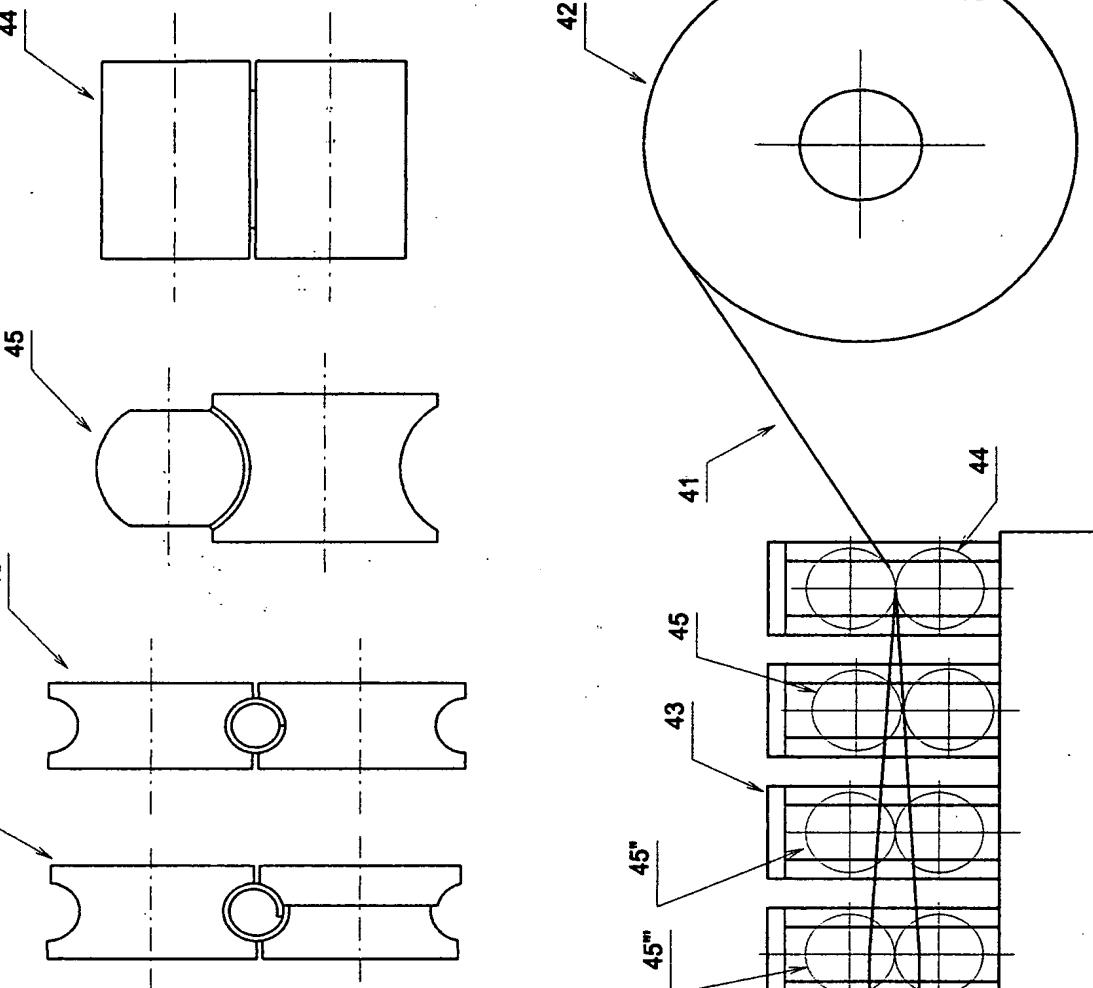
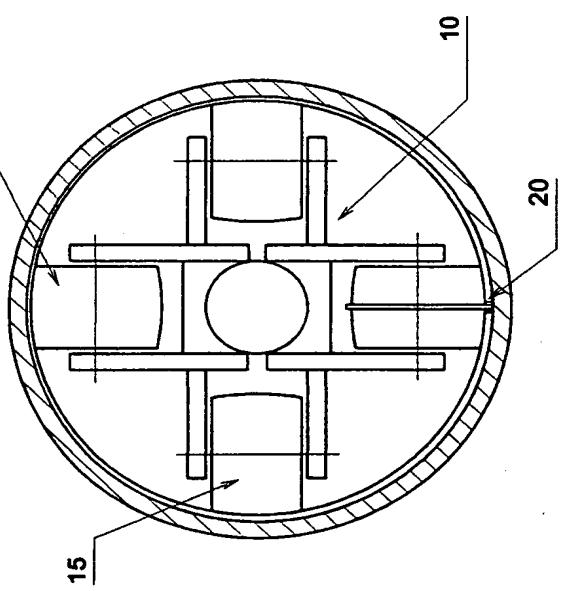


FIGURA 4





R E S U M E N

Tubo compuesto formado por un tubo metálico en cuyo interior se encuentra un revestimiento de material plástico resistente a agentes agresivos, que se caracteriza porque el revestimiento interior está constituido por un elemento laminar prefabricado de material plástico, curvado en forma tubular en adaptación al contorno interior del tubo metálico con sus bordes longitudinales en contacto entre sí o separados por una junta de pequeño ancho, estando dispuesto dicho elemento laminar curvado dentro del tubo metálico en forma adherida a su superficie interior y estando rellenada la junta entre dichos bordes longitudinales por un tapajunta compatible con el material plástico del elemento laminar y el material del tubo metálico, y resistente a fluidos destinados a circular por el tubo compuesto. Procedimiento para fabricar dicho tubo compuesto, que comprende colocar dentro de un tubo metálico un elemento laminar curvado de material plástico y expandirlo hasta adosarlo contra la superficie interior del tubo metálico, adhiriéndolo mediante un adhesivo, y rellenar la junta entre los bordes del elemento laminar curvado de material plástico mediante un material tapajunta. Herramienta para realizar dicha expansión y uso del tubo compuesto para la conducción de fluidos agresivos.

ARGENTINE

REPUBLIC



*Ministry of Economy
and Public Works and Services
National Institute of Industrial Property*

CERTIFICATE OF FILING

SERIAL N° P 02 01 03203

The Commissioner of the National Administration for Patents certifies that on AUGUST 26, 2002, it has been filed in the name of FORMAR S.A., with address in BUENOS AIRES, ARGENTINE REPUBLIC (AR)

an application for Invention Patent related to: "COMPOSITE PIPE FORMED BY A METALLIC PIPE WITH INNER LINING OF PLASTIC MATERIAL RESISTANT TO CORRODING AGENTS, METHOD FOR MANUFACTURING SAID PIPE, EXPANDING TOOL TO CARRY OUT THE MANUFACTURING METHOD, AND USE OF SAID PIPE TO CONVEY CORRODING FLUIDS"

which description and drawings enclosed are a true copy of the papers filed at the National Institute of Industrial property.

It is hereby certified that annexed hereto in TWENTY NINE leafs is a true copy from the records of the National Administration for Patents of the Argentine Republic of those papers of the above identified application for Invention Patent.

BY REQUEST OF THE APPLICANT AND ACCORDING TO STATEMENTS OF THE PARIS CONVENTION (LISBON 1958), APPROVED BY LAW 17,011, THE PRESENT CERTIFICATE OF FILING IS ISSUED IN BUENOS AIRES, ARGENTINE REPUBLIC, ON THIS DAY 11 OF THE MONTH OF SEPTEMBER OF 2003.

(Signed): Dr. EDUARDO R. ARIAS

Deputy Commissioner

National Administration for Patents

DESCRIPTION
OF
INVENTION PATENT

for:

COMPOSITE PIPE FORMED BY A METALLIC PIPE WITH
INNER LINING OF PLASTIC MATERIAL RESISTANT TO
CORRODING AGENTS, METHOD FOR ITS MANUFACTURE,
EXPANDING TOOL TO CARRY OUT THE MANUFACTURING
METHOD, AND USE OF SAID PIPE TO CONVEY
CORRODING FLUIDS

REQUESTED BY:

FORMAR S.A.

WITH ADDRESS IN:

Av. Vélez Sarsfield No. 602, C1282AFT Buenos Aires - ARGENTINA

FOR A TERM OF: twenty YEARS

This invention relates to a composite pipe formed by a metallic pipe with inner lining of plastic material, which is resistant to corroding agents due to the plastic material properties, but which also has resistance to internal and external pressure mainly defined by the metallic pipe characteristics.

This invention also relates to a method to manufacture said composite pipe.

Up to date the inner lining of metallic tubes, for example for steel pipelines, constitutes a labor-consuming and expensive work. This lining is generally carried out using nylon or epoxi paints curable at low temperatures, about 65°C, applying the powdered resin by means of electrostatic systems and heating the pipe up to about 200°C, or using phenolic epoxi curable at about 220°C.

The following problems arise when using this type of paints:

1. Surfaces have to be prepared by sand or shot blasting to attain a clean surface quality to grade 2 1/2 of the Swedish Norm for steel cleaning. This means almost bright steel with a surface roughness which improves paint sticking.
2. Lining application is carried out in one or more layers according to the product used, curing each layer, to obtain a thickness between 250 and 350 microns. With greater thickness the lining becomes brittle and sensible to deformations due to the pipe handling, especially bending, as the pipes are 11 to 13-m long.
3. Generally, pipes are stored in stowages until their use. The adequate tools to move them or to load them from the stowages are not always available, and it is common practice to use a lever at one end to raise the pipe to pass a sling underneath, or to move them. This may cause damage to the lining coat, leaving the steel bare or

sensibly reducing the thickness of the protective coat.

4. In some cases, the fluid to be conveyed through the pipes carries solid particulates in suspension, and after a time this may erode the lining coat, drastically reducing the lining duration, because of its small thickness.

All these difficulties inclined users to prefer other types of pipes manufactured from materials with better chemical resistance and which show safer results, e.g. thermoset resins reinforced with glass fibers.

These pipes can be joined only by means of screwed joints or flanges. As fluids are conveyed with pressure between 20 and 140 bar, the wall thickness necessary for this type of materials make their cost equal or greater than a coated steel pipe. Also, these materials do not have good resistance to collapse due to external pressure or flectional fatigue, because resistance to the internal pressure is attained by crossed glass fiber meshing fixed with resin..

Other plastic materials resistant to corroding agents are polyalkylenes, which have the following temperature limits:

1. Up to 70°C of service: polyethylene
2. Up to 100°C of service: polypropylene
3. Up to 140°C of service: thermocured resins reinforced with glass fibers.

Pipes made of these plastic materials do not have enough resistance to internal pressure in standard thickness. In most cases their resistance to internal pressure is not more than 10 bar.

This problem could be solved by means of an outer metallic casing, but these plastic pipes with metallic outer reinforcement, e.g. of wire netting or helicoidal wire, are not adequate for long pipelines (several kilometers) made up of joined sections 11 to 13 m-long. This can only be practically attained using metallic pipes, seamed or seamless.

Therefore, the problem was to combine a prefabricated pipe

of plastic material with a thickness not greater than the necessary to resist erosion or attacks caused by corrosive agents, with a metallic pipe, to obtain a composite pipe with good resistance to corrosion and pickling, chemical and/or mechanical, attained by the plastic material. Also, the pipe should have resistance to internal pressure as well as compression stress, this attained by the metallic pipe.

Another problem was assembling a pipeline made of metallic pipes with inner lining of plastic material, by means of sleeves or packing rings located in the joint area, and obtaining a completely smooth inner surface.

It has already been proposed to manufacture these composite pipes by inserting a prefabricated pipe of plastic material into a metallic pipe, loosely enough to allow the plastic pipe to be inserted easily, then filling up the space with an adequate material. However, if metallic pipes have a large diameter it is often difficult to obtain plastic material pipes with a diameter large enough, or the cost of the necessary tools to extrude this large diameter plastic material pipes is too expensive that advantages of this technique are offset.

This problem is solved by the present invention by means of a composite pipe formed by a metallic pipe with inner lining, particularly of plastic material, resistant to corroding agents, wherein said inner lining is formed by a prefabricated plastic material lamina, tubular-shaped to adapt it to the inner surface of the metallic pipe, having its longitudinal edges abutting each other or separated by a small width joint. Said curved lamina is located inside the metallic pipe adhered to its inner surface, the joint between the longitudinal edges is filled by a filler compatible with the plastic material of the lamina as well as the material of the metallic pipe, and which is resistant to fluids to be conveyed through the composite pipe.

The advantage offered by this technique is that to manufacture a plastic material lamina, for example plane, is less expensive than extrusion for a pipe of great diameter, for example by calendering, with sufficient width to cover the inner perimeter of metallic pipes of great diameter, for example 1 meter or more, and in the most adequate thickness. These plane laminas can be curved using conventional techniques.

A suitable filler is constituted by a composition of cured synthetic resin, or by a welding seam.

The present invention also relates to a method to manufacture said composite pipe with inner lining of plastic material, as well as to an expanding tool to carry out the invention method.

In a first embodiment of the invention, the manufacturing method comprises the preparation of a flexible plastic material lamina having a width equal to or slightly less than the inner perimeter of the metallic pipe, curving said plastic material lamina crosswise with a curvature radius less than the inner curvature radius of the metallic pipe, abutting or overlapping its longitudinal edges, inserting this plastic material curved lamina into the metallic pipe, and expanding it until its outer surface adheres to the inner surface of the metallic pipe, filling the remaining joint between longitudinal edges of the plastic material curved lamina with a filler.

In another embodiment of the present invention method, the filler is formed with a composition of synthetic resin in fluid state, filling the joint with said composition and left to solidify.

In another embodiment of the present invention, the filler is formed using a fusible plastic material, or at least one that can be thermally fused and able to weld to the curved plastic material lamina.

In another embodiment of the invention, the curved plastic material lamina is formed by a plastic material pipe with a longitudinal slit. In this case, the plastic material pipe can be prepared by extrusion and blown, this method being simpler and less costly than the simple extrusion of a relatively rigid plastic material pipe.

For metallic pipes of inner diameters sufficiently large to allow insertion of a tool, which is the most frequent application of the present invention, although not limited to it, an adhesive layer, compatible with the plastic and metallic materials, is applied on the outer surface of the curved lamina; the curved plastic material lamina is compressed so that its longitudinal edges abut or overlap; the plastic material curved lamina thus compressed is inserted into the metallic pipe, its longitudinal edges located in the lowest position of the metallic pipe periphery; an expanding tool is inserted into the plastic material curved lamina, to exert radial pressure on its inner surface in order to expand it against the inner surface of the metallic pipe, forming a joint between the edges of the plastic material curved lamina; a filler material is applied into said joint as the expanding tool advances inside the plastic pipe.

If the filler material is a viscous fluid composition, it is applied by means of an injecting tool. As this type of filler material applied inside the joint of the plastic material curved lamina usually forms an irregular seam, the invention foresees to smooth said seam using smoothing rollers made of elastomeric material.

If the filler is made of a fusible material, a rod made of said material is advanced together with the expanding tool, heating it by any adequate means while pressing it against the edges of the plastic material curved lamina, applying enough pressure to level the resulting seam with the thickness of the plastic material curved lamina. The welding rod has to be made

of a material compatible with the plastic material of the curved lamina. Preferably, it is of a similar material of the plastic material curved lamina.

The present invention also relates to an expanding tool, which includes a cart with less height and width than the inner diameter of the plastic pipe. The cart is provided with wheels which run over the lower portion of the inner surface of the plastic material curved lamina, and is joined to a longitudinal shaft protruding from one of the ends of the metallic pipe to move the cart; a plurality of rollers of radial expansion evenly distributed, which are mounted through respective unfolding supports and expanding elements on the cart or the shaft.

This tool allows the fast expansion of the plastic material lamina by means of the rollers expanding during the tool movement through the pipe.

The cylinders unfolding supports are constituted by respective tilting arms with an expanding roller at one end, and hinged to the cart or shaft at the other end. Also, the expanding elements can be formed by a spiral spring. Said expanding element can also be a hydraulic cylinder.

The expanding cylinders preferably consist of two pairs of cylinders, each pair arranged, respectively, vertically and horizontally.

In order to guide the tool inside the plastic material curved lamina and ensure that the longitudinal edges abut the inner surface of the metallic pipe, the lower roller has a central peripheral rim which, during the cart movement, engages in the joint between said longitudinal edges, to serve as a guide.

Also, the invention foresees that an injector of fluid filler material be located underneath the cart, parallel to the longitudinal joint of the plastic material curved lamina. This ensures expansion of the plastic material curved lamina

and application of the filler seam in one operation stage.

As the filler seam may have different levels due to the adhesive viscosity, the invention provides a smoothing roller on the cart, located at the back of the filler material injector as seen in the direction of advance of the cart.

According to other embodiment of the invention, when the filler seam is applied as welding with fusible or melting plastic material, the tool has a welding device and a device for feeding welding rods, instead of the injector.

The invention method will be further described with reference to embodiments shown in the annex drawings, in which:

Figure 1 shows a longitudinal section of a metallic pipe with inner lining of plastic material lamina, as well as an expanding tool.

Figure 2 is a cross section of the metallic pipe with the plastic material lining, immediately after being inserted into the metallic pipe, not yet expanded.

Figure 3 is a side view of an arrangement to form a plane plastic material lamina to obtain a curved lamina, and to insert it into the metallic pipe.

Figure 4 is a cross section of the metallic pipe with the inner lining, after expansion with the expanding tool shown in Figure 1.

As shown in figure 1, the metallic pipe with inner lining of plastic material 1, resistant to corroding fluids, has an outer metallic pipe 2, for example of steel or bronze, or other metal, preferably of standard dimensions, for example 6 to 13-meter long. A plastic material lining 3 is placed inside the metallic pipe 2.

Figure 3 shows an arrangement which allows manufacturing of the plastic material curved lamina from a plastic plane band 41, coiled in a coil 42.

Between the plastic band coil 42 and the end of the

metallic pipe 2, which is supported on a workbench (not shown), is located a forming train 43 which has several pairs of cylinders, a first pair of opposite drawing cylinders 44, 44', next to coil 42, which compress the band 41 uncoiling it, and pairs of forming cylinders 45, 45" 45'', which cylinders first curve the plastic band shaping it as a slit cylindrical pipe, which is directly inserted into the metallic pipe 2 by impulsion of the forming train 43.

The forming train can also have adhesive applying means and compressing cylinders located in the last pair of cylinders, to compress the plastic curved lamina to insert it into the metallic pipe.

In other embodiment of the invention, once determined the metallic pipe, a plastic material pipe 3 with an outer diameter similar to the inner diameter of the metallic pipe 2 is selected. Before inserting the plastic material pipe 3 into the metallic pipe 2, the plastic material pipe is longitudinally cut in the generatrix direction, this longitudinal cut being 2 to 5 mm-wide. Thus a longitudinally-slit plastic material pipe is obtained, similar to the curved lamina of the former example. Next, a thin coat of adhesive, compatible with the plastic material as well as the metallic pipe material, is applied on the outer surface of the slit plastic material pipe. Suitably, the adhesive can be an acrylic adhesive.

In order to prevent that the adhesive coat applied on the slit plastic material pipe hinder its insertion into the metallic pipe, unevenly spreading between the slit plastic material pipe and the metallic pipe, the diameter of the slit plastic material pipe 3 is reduced joining the longitudinal edges of the slit 6 (figure 3) or overlapping these opposite longitudinal edges 7, 8 of slit 6, as shown in figure 2.

In this state, the slit plastic material pipe 3 is inserted into the metallic pipe 2, then allowing the plastic

material pipe to expand to its original configuration because of its elasticity.

The metallic pipe 2 with the slit plastic material pipe 3 inserted into it is supported on a workbench (not shown in detail) and an expanding tool 10 is inserted into the slit plastic material pipe. The expanding tool 10 comprises a cart 11 with several wheels 12 and a longitudinal shaft 13 longer than the pipe. Cart 11 can move inside the slit plastic material pipe with the wheels 12 running over the lower portion of the pipe, in particular at both sides of slit 6.

Shaft 13 is fixed to cart 11 so that it is placed approximately axially centered with the axial longitudinal axis of the pipe.

Expanding tool 10 also includes at least two pairs of expanding rollers 15, 15'; 16, 16', rotatorily mounted on the free ends of the tilting arms 17, 17'. At the opposite end, these arms are hinged on shaft 13, as shown in figure 1 (or on cart 11, not shown) by means of corresponding hinges 18, 18'.

The length of the tilting arms 17, 17' is such to define an acute angle with the axial axis of shaft 13, being the rollers 15, 15', 16, 16' pressed against the inner surface of the slit plastic material pipe.

Respective expansion members 19, 19' have been provided between shaft 13 (or cart 11) and the tilting arms 17, 17', formed by spiral springs. These expansion members can also be constituted by hydraulic cylinders.

Therefore, the expansion members 19, 19' expand the tilting arms 17, 17' and the corresponding cylinders, which in turn expand the slit plastic material pipe against the inner surface of the metallic pipe.

In order to guide longitudinally the expanding tool 10 inside the slit plastic material pipe and to eventually prevent the longitudinal edges of the slit to overlap accidentally, the lower roller has been provided with a

central peripheral rim 20, which engages in slit 6 to serve as a guide, having approximately the same thickness than the slit 6.

Also, cart 11 has in its lower part, aligned with slit 6, an injector of sealing filler 21, connected through a pipe to a source of filler material which is a viscous fluid under pressure (not shown in detail). A nozzle 22 of injector 21 is directly inserted in slit 6, or it is guided in the slit by means of a skate (not shown). This nozzle injects the filler material into slit 6. Instead of injector 21, the cart may have a welding device for applying fused plastic material and the corresponding feeder for welding material rods.

The expanding tool is inserted into one end of the pipe so that the cart 11 is placed at the opposite protruding end of the pipe, and rollers 15, 15', 16, 16' pressed against the slit plastic material pipe at the area of the corresponding end of the metallic pipe. Next, the cart is moved inside the pipe, the rollers 15, 15', 16, 16' exert pressure against the inner surface of the slit plastic material pipe, which is then adhered by means of the adhesive layer to the inner surface of the metallic pipe.

If the joint is made using a fluid sealer, cart 11 will also have a smoothing cylinder 25, at the back of injector 21 (seen in the direction of advance). The sealer is an elastomeric material, for example silicone rubber or Teflon, which smoothes the filler material seam injected into slit 6, to attain a curvature identical to the rest of the inner surface of the plastic material pipe.

Curing of the adhesive material applied between the plastic material pipe and the metallic pipe, as well as the fluid filler material applied into slit 6 is substantially carried out at room temperature.

If the period for curing is relatively long, it is possible to move cart 11 and expanding rollers to-and-fro

inside the plastic pipe until the adhesive are set.

Finally, the expanding tool is removed, the protruding ends of the plastic tube are cut, and the ends of the metallic pipe with its inner lining of plastic material are worked.

Example of application

A pipeline was build using composite pipes according to the present invention, to convey oil, comparing its behavior with a reference pipeline built by conventional techniques.

The reference pipeline had a length of 1800 meters, and was intended to convey a mixture of oil and formation water on an elevation about 100 meters over the level of a pumping station.

The steel pipe had a diameter of 30 cm, and a wall thickness of 6.35 mm. It was lined with nylon 11 with a 250- μm thickness. Before start-up, the lining was damaged trying to remove stones and boulders from the pipeline using a pipe scraper (pig).

After about four months of service, the pipeline was perforated due to local corrosion at the elevation ridge.

The area of maximum elevation suffered severe corrosion in those points where the lining had been damaged. Corrosion was less evident in other lower places. The pipeline conveyed a flow of 6000 m^3 a-day under a working pressure of 30 bar and a temperature of 30°C.

Preliminary examination of pipeline samples

Samples of the reference piping were examined. Microscopic evaluation of the nylon 11 lining in the samples showed good adhesion to the metallic substrate. Upon separation of the lining from the steel, the steel surface was free from contamination or corrosion, having a well-defined shot blasting profile. Cross section of the lining showed about 5% porosity in closed cells with pores up to 25 μm -diameter.

The lining underwent mechanical damage, which caused scratches on the lining which reached the metal. One 10 mm-long/3 mm-wide scratch on the lining was examined using stereoscopic magnifying glass. Upon removal of the lining, it was found that a circular corrosion hole of 10 mm in diameter and 3 mm in depth had been formed under it. The base of the hole was rounded with stepped walls.

The pipe sample was cut in the middle of the corroded hole and surrounding steel, it was assembled and polished in a way that allowed the steel to be examined in the interface with the corrosion product in the hole. It could be observed that corrosion advanced as deep and penetrating holes, almost as cracks, which separated as steel needles in the corrosion hole.

The surface was subject to a treatment with natal solution (nitric acid and alcohol), and examined under metallographer it showed that the corrosion process selectively destroyed the cementite phase of steel.

The corrosion process comprised an attack to the cementite particle and formation of a fracture through the ferrite until reaching the next cementite particle. The ferritic phase, which constitutes the major part of steel, has been deposited undamaged in the corrosion hole.

This corrosion process explains the speed of penetration in the pipe wall.

Comparative Example

Composite pipes with a thickness of the inner plastic material pipe of 5 mm according to the present invention were used under similar conditions.

After 6 months of similar service, no perforation was observed. After cutting, some of the pipes showed scratches on the plastic material, which were probably the result of abrasion caused by sand drawn by the mixture of oil and water,

but none of them were deep enough to reach the steel pipe. When the plastic material was removed, no damage could be observed on the steel pipe.

Having described the nature of the present invention and the manner to carry out same, it is stated that what is claimed as exclusive invention and property is:

CLAIMS

1. Composite pipe formed by a metallic pipe with inner lining of plastic material resistant to corroding agents, CHARACTERIZED in that the inner lining is constituted by a prefabricated plastic material lamina, curved to a tubular shape to adapt it to the inner surface of the metallic pipe, its longitudinal edges abutting or separated by a small width joint; the curved lamina is placed into the metallic pipe adhered to its inner surface, the joint between said longitudinal edges is filled by means of a filler compatible with the plastic material of the lamina and the material of the metallic pipe, and resistant to the fluids to be conveyed through the composite pipe.

2. Method to manufacture a composite pipe formed by a metallic pipe with inner lining of plastic material according to claim 1, said method comprising the preparation of a flexible plastic material lamina with a width equal to or slightly less than the inner perimeter of the metallic pipe, transversally curved with respect to its width, with a curvature radius less than the curvature radius of the metallic pipe, its longitudinal edges abutting or overlapping; inserting the curved plastic material lamina into the metallic pipe and expanding it until the outer surface of the curved plastic material lamina is adhered to the inner surface of the metallic pipe, filling the joint between longitudinal edges of the curved plastic material lamina with a filler.

3. Method according to claim 2, CHARACTERIZED in that the curved plastic material lamina is prepared from a plane plastic material sheet, and coiled to a substantially cylindrical shape.

4. Method according to claim 1, CHARACTERIZED in that the curved plastic material lamina is prepared longitudinally slitting a plastic material pipe following one of its

generatrix.

5. Method of claim 2, CHARACTERIZED in that the filler material is a curable composition applied in fluid state, and left to cure after application.

6. Method of claim 5, CHARACTERIZED in that the filler material seam applied at the joint of the curved plastic material lamina is smoothed by means of a smoothing roller.

7. Method of claim 2, CHARACTERIZED in that the filler material is a fusible plastic material, compatible with the material of the curved plastic material lamina, being heated to melting point and pressed against the edges of the plastic material lamina until welding of same, leaving the welding seam to cool until solidifying.

8. Method of claim 2, CHARACTERIZED in that the curved plastic material lamina is formed from a plane plastic band, uncoiled from a plastic band coil and transversally curved until obtaining a circular slit pipe.

9. Expanding tool to carry out the method according to any of claims 2 thru 8, CHARACTERIZED in that said expanding tool comprising a cart with less height and width than the inner diameter of the curved plastic material lamina, provided with wheels that run over the lower portion of the inner surface of the plastic material pipe; the cart is connected to a longitudinal shaft protruding from one of the pipe's ends, which allows the cart movement; a number of radial expansion rollers evenly distributed, mounted through respective unfolding supports, and expanding members on the cart or the shaft.

10. Expanding tool according to claim 9, CHARACTERIZED in that the cylinders unfolding supports are constituted by respective tilting arms with an expanding roller at one end, and hinged to the cart or shaft at the opposite end, the expanding members being a spiral spring.

11. Tool according to claim 10, CHARACTERIZED in that the

expanding member is a hydraulic cylinder.

12. Tool according to any of claims 9 to 11, CHARACTERIZED in that it comprises at least two pairs of expanding cylinders, each pair arranged vertically and horizontally, respectively.

13. Tool according to claim 12, CHARACTERIZED in that the lower roller has a peripheral central rim which engages in the slit of the plastic material pipe, to serve as a guide.

14. Tool according to any of claims 9 to 13, CHARACTERIZED in that the cart has, in its lower part, an injector of fluid filler material aligned with the longitudinal slit of the slit plastic material pipe.

15. Tool according to claim 14, CHARACTERIZED in that the cart has at the back of the filler material injector, seen in the direction of movement of the cart, a smoothing cylinder to smooth the resulting filler seam.

16. Tool according to any of claims 9 to 13, CHARACTERIZED in that the cart has, in its lower part, a welding arrangement for applying fused plastic material and a feeder for plastic material welding rods.

17. Use of a composite pipe according to claim 1 and/or manufactured by the method of claims 2 to 8, for conveying chemical and/or mechanically aggressive fluids.

ABSTRACT

Composite pipe formed by a metallic pipe with inner lining of plastic material resistant to corroding agents, the inner lining formed by a prefabricated plastic material lamina, curved to tubular shape to adapt it to the inner surface of the metallic pipe, its longitudinal edges abutting or separated by a small width joint. The curved lamina is placed inside the metallic pipe adhered to its inner surface, filling the joint between its longitudinal edges with a filler compatible with the plastic material of the lamina and the material of the metallic pipe, and resistant to the fluids to be conveyed through the composite pipe. Also, a method to manufacture said composite pipe, comprising placing into the metallic pipe a curved plastic material lamina, expanding same until adhering against the inner surface of the metallic pipe, by means of an adhesive, filling the joint between the edges of the curved plastic material lamina with a filler material. Also, a tool to carry out said expansion and the use of the composite pipe for conveying aggressive fluids.